

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-314187

(43)Date of publication of application : 25.10.2002

(51)Int.Cl.

H01S 5/022
G02B 6/42
H01S 5/024
H01S 5/026
H01S 5/062
H01S 5/0683
H01S 5/0687
H04B 10/04
H04B 10/06
H04B 10/14

(21)Application number : 2001-113890

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 12.04.2001

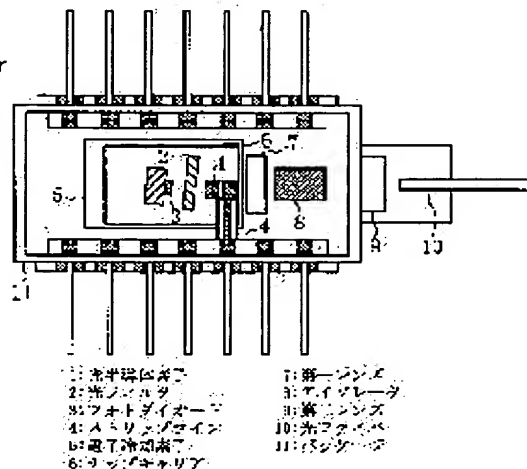
(72)Inventor : ONODERA TAKAYUKI

(54) LASER DIODE MODULE AND OPTICAL TRANSMITTER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To solve a problem that the secular fluctuation of an oscillation wavelength is remarkably difficult to be suppressed in a conventional optical output control method for controlling the driving current of a semiconductor laser.

SOLUTION: In an optical semiconductor element, the semiconductor laser and an electric field absorption-type modulator are integrated. Further, a laser diode module inputting the output of back light from a semiconductor laser side to a photodiode through an optical filter having wavelength transmission dependency, controlling a temperature in accordance with the output of the photodiode, and controlling the current of the semiconductor laser based on the output of the electric field absorption-type modulator, is arranged.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

18.06.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-314187

(P 2 0 0 2 - 3 1 4 1 8 7 A)

(43) 公開日 平成14年10月25日 (2002. 10. 25)

| (51) Int. Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テ-マコード [*] (参考) |
|----------------------------|------|------------|--------------------------|
| H01S 5/022 | | H01S 5/022 | 2H037 |
| G02B 6/42 | | G02B 6/42 | 5F073 |
| H01S 5/024 | | H01S 5/024 | 5K002 |
| 5/026 | 616 | 5/026 | 616 |
| | 650 | | 650 |

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-113890 (P 2001-113890)

(22) 出願日 平成13年 4 月12日 (2001. 4. 12)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号

(72) 発明者 小野寺 高行

東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 100102439

弁理士 宮田 金雄 (外 1 名)

F タ-ム (参考) 2H037 BA03 CA00 CA21 DA03 DA06

5F073 AB21 BA02 EA03 EA13 FA02

FA08 FA25 GA12 GA13 GA22

GA38

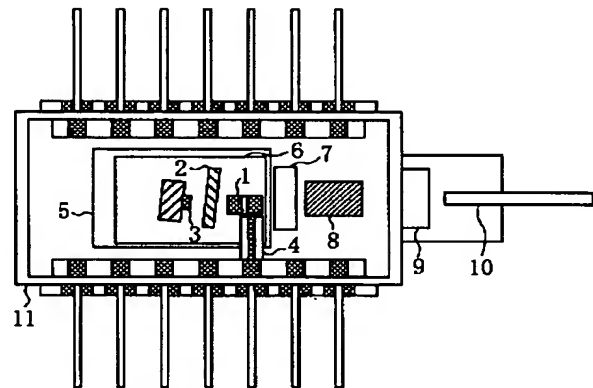
5K002 AA01 BA02 BA13 CA11 FA01

(54) 【発明の名称】 レーザダイオ-ドモジュール及び光送信機

(57) 【要約】

【課題】 半導体レーザの駆動電流を制御する従来の光出力制御方法では発振波長の経年変動を抑制することが極めて困難であった。

【解決手段】 半導体レーザと電界吸収型変調器とが集積化された光半導体素子と、半導体レーザ側からの背面光の出力を、波長透過依存性を有した光フィルタを介してフォトダイオ-ドに入力させ、フォトダイオ-ドの出力に応じて温度制御を行うとともに、電界吸収型変調器の出力に基づいて半導体レーザの電流を制御するレーザダイオ-ドモジュールを得る。



1: 光半導体素子
2: 光フィルタ
3: フォトダイオ-ド
4: ストリップライン
5: 電子冷却素子
6: チップキャリア

7: 第一レンズ
8: アイソレータ
9: 第二レンズ
10: 光ファイバ
11: パッケージ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体レーザと電界吸収型変調器を有し半導体レーザにおける一端の出力光が電界吸収型変調器へ入射されるように集積された光半導体素子と、透過率に波長依存性を有した光フィルタと、前記半導体レーザにおける他端の出力光が前記光フィルタを介し入射する位置に配置されたフォトダイオードと、前記フォトダイオードの出力に基づき制御電流が入力され前記光半導体素子を温度制御する電子冷却素子とを備えたレーザダイオードモジュール。

【請求項 2】 前記半導体素子の出力光を増幅する半導体増幅器を備えたことを特徴とする請求項 1 記載のレーザダイオードモジュール。

【請求項 3】 前記半導体レーザと前記光フィルタ間、もしくは前記光フィルタと前記フォトダイオード間に設けられたレンズを備えたことを特徴とする請求項 1 または 2 記載のレーザダイオードモジュール。

【請求項 4】 前記半導体レーザの発振波長に応じて、光フィルタの透過率特性を調整する調整機構を備えたことを特徴とする請求項 1、2 または 3 記載のレーザダイオードモジュール。

【請求項 5】 請求項 1 から 4 のいずれかに記載のレーザダイオードモジュールと、前記フォトダイオードの電流に基づいて前記電子冷却素子への入力電流を制御する第 1 の制御回路と、前記電界吸収型変調器を流れる電流に基づいて前記半導体レーザに流す電流を制御する第 2 の制御回路とを備えた光送信機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信システム用に用いられるレーザダイオードモジュール及び光送信機に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、光通信システムの高速・大容量化のため、波長分割多重 (Dense Wavelength Division Multiplexing: 以下 DWDM) による通信方式が実用化されている。DWDM では、一本の光ファイバに複数の波長の光信号を多重化して伝送することで従来の 10 ～ 100 倍程度の伝送容量が実現されている。この DWDM では複数の波長を一本の光ファイバに高密度に多重化するため、個々の波長に変動が生じたときには信号間クロストークが生じる。したがって、DWDM に用いられる光源としては、半導体レーザにおける発振波長の数十年にわたる長期波長安定度が必要とされる。

【0003】一方でこの光通信システムの光源に用いられる光半導体は、半導体レーザの活性領域に存在する結晶欠陥の増殖などで長期間の通常運転状態で、しきい値電流の増大、APC (Automatic Power Control) 動作時での動作電流増大などの発振状態の経年変化をとまなう。通常の APC では、半導体レーザの素子の背面側 (前面

光と反対方向に出射される背面光の出力側) に配置されるフォトダイオードの電流をモニタし、このモニタ電流に基づいてレーザ電流を制御することにより、半導体レーザの出力を安定化する。しかし、このような経年変化に伴う動作電流の増大により、例えば半導体レーザの活性領域の温度が上昇し、それによって、半導体レーザの発振波長の長波長側への変動が引き起こされる。このため、例えば特開 2 0 0 0 - 1 2 4 5 4 1 号公報では、半導体レーザと電界吸収部とを集積し、半導体レーザ部分の出力変動を一定に保持するために、半導体レーザからの前面光出力が入力される電界吸収部での光電流の変動をモニタし、この光電流を一定にするような ACC (Automatic Current Control) 動作を行い、電界吸収部を制御することによって、動作電流増大による発振波長変動をなくし、波長の長期安定度を補償する方法が提案されている。

【0004】また、例えば特開平 1 0 - 7 9 7 2 3 号公報で示された方法では、半導体レーザ素子の背面出力光を、光フィルタを介して 2 個のフォトダイオードで受光する方法が開示されている。この方法では、2 個のフォトダイオードが隣接する位置で並べられているので、それぞれに入射する光線が光フィルタを透過する角度が異なることから、光フィルタの挿入損失の波長依存性に差が生じる。このことで、それぞれのフォトダイオードの受信電流の和信号によって背面光の光出力をモニタし、差信号から波長変動の検知を行う方法が提案されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来の特開 2 0 0 0 - 1 2 4 5 4 1 号公報においては、ACC 駆動を行うことで半導体レーザの動作電流変動に伴う発振波長変動を生じさせない特徴を持つ。しかし、発振波長の経年変動は、動作電流変動以外にも半導体レーザにおける活性領域の屈折率変動等さまざまな原因に起因し、また、実際の経年変動には長波長側へ変動するモードや短波長側へ変動するモードなど様々なモードが存在している。したがって、この文献にて提案されている発振波長の経年変動の抑制方法は、複数の発振波長変動モードの 1 つを抑制するのみであって、波長を安定化させるには不十分である。

【0006】また、特開昭 6 2 - 1 1 9 9 3 号公報、特開平 1 0 - 7 9 7 2 3 号公報で提案されている方法では、確かに発振波長の安定化を行えるが、半導体レーザの裏面光を、光フィルタを介し 2 個のフォトダイオードに入射する必要があるため、半導体レーザの裏面に光フィルタ、フォトダイオードの厳密な位置関係を持たせる必要がある。このため、レーザダイオードモジュール製作する上で煩雑な工程が必要となり、製造コストの増加につながるものが想定される。

【0007】本発明の目的は、上記課題の解決のため、電界吸収型変調器を集積した半導体レーザモジュールの

発振波長を長期間安定化させることに有り、かつモジュールを簡易な構成のものとして提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】第1の発明によるレーザダイオードモジュールは、半導体レーザと電界吸収型変調器を有し半導体レーザにおける一端の出力光が電界吸収型変調器へ入射されるように集積された光半導体素子と、透過率に波長依存性を有した光フィルタと、前記半導体レーザにおける他端の出力光が前記光フィルタを介し入射する位置に配置されたフォトダイオードと、前記

フォトダイオードの出力に基づき制御電流が入力され前記光半導体素子を温度制御する電子冷却素子とを備えたものである。

【0009】また、第2の発明によるレーザダイオードモジュールは、前記半導体素子の出力光を増幅する半導体増幅器を備えたものである。

【0010】また、第3の発明によるレーザダイオードモジュールは、前記半導体レーザと前記光フィルタ間、もしくは前記光フィルタと前記フォトダイオード間に設けられたレンズを備えたものである。

【0011】また、第4の発明によるレーザダイオードモジュールは、前記半導体レーザの発振波長に応じて、光フィルタの透過率特性を調整する調整機構を備えたものである。

【0012】さらに、第5の発明による光送信機は、第1から第4の発明のいずれかに係るレーザダイオードモジュールと、前記フォトダイオードの電流に基づいて前記

電子冷却素子への入力電流を制御する第1の制御回路と、前記半導体素子の出力に応じて前記電界吸収型変調器を流れる電流に基づいて前記半導体レーザに流す電流

を制御する第2の制御回路とを備えたものである。

【0013】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 図1は、この発明の実施の形態1を示す構成図である。1は光半導体素子、2は透過特性に波長依存性を持った光フィルタ、3はフォトダイオード、4は高周波信号を光半導体素子に損失なく印加させるためのストリップライン、5は光半導体素子の温度制御用の電子冷却素子、6は1～3の部品を搭載するためのチップキャリアであり、電子冷却素子5の上に備えられている。7は第一レンズ、8はアイソレータ、9は第二レンズ、10は光ファイバ、11はパッケージである。図2は光半導体素子の構成を示したものであり、12は半導体レーザ、13は電界吸収型変調器、14は電界吸収型変調器からの前面光、15は半導体レーザの裏面出力である背面光である。光半導体素子1は、半導体レーザ12と電界吸収型光変調器13を絶縁層を間に挟んで接続して成り、半導体レーザ12からの前面出力が電界吸収型変調器13へ入射される。電界吸収型光変調器13には負の電圧を印加し駆動する

ることで挿入損失が大きくなる特性を有している。この入射光は、電界吸収型変調器13へ印加される電圧により変調光として前面光が出力され、第一レンズ7、アイソレータ8、及び第二レンズ9を介して光ファイバ10へ結合される。また、半導体レーザ12の背面光は、透過率に波長依存性を持った光フィルタ2を介し、フォトダイオード3へ入射される光学系を採用している。ここで、図3に光フィルタ2の特性を示す。縦軸に光フィルタ2の透過量、横軸は発振波長を示しており、発振波長に対し周期的に透過量が変動する特性を有している。

【0014】半導体レーザ12からの出射光は、電界吸収型変調器13への印加電圧に応じて、一部が吸収され光電流となり、吸収されなかったものが前面光として出射される。この光電流は半導体レーザ12の出射光にほぼ比例関係にあるため、この光電流の平均値を検出することで半導体レーザ12からの出射光をモニタすることができる。したがって、レーザダイオードモジュールの外部より、この検出した光電流を一定に保つように半導体レーザ12への入力電流を調整するように制御する回路を、半導体レーザ12及び電界吸収型光変調器13のDCバイアス電圧端子に接続する（このときDCバイアス電圧は一定とする）ことで、通常のAPCと同様に半導体レーザ12の前面出力を安定化することができ、同時に背面出力も安定化できる。この背面出力一定となる駆動条件下にて、背面出力が図3に示すような透過特性に波長依存性がある光フィルタを通してフォトダイオード3に入力されると、フォトダイオード3に流れる電流は、半導体素子の発振波長の変動が生じることで光フィルタ2の透過特性に比例して変動する。ここで、半導体素子1の発振波長近傍にて透過量が単調に増加もしくは減少するように光フィルタ2が調整されていると、発振波長変動にともないフォトダイオード3の電流は単調に増大もしくは減少することとなる。このため、半導体レーザ12の前面出力を安定化駆動条件下で、このフォトダイオード3に流れる電流を一定に保つように電子冷却素子5への電流を制御し、半導体レーザ12の温度を調節することで発振波長の高度な安定化が可能となる。なお、図1に示す実装では、半導体素子1の背面における光学系の簡素化が実現でき、レーザダイオードモジュールの容易な組立も可能である。また、光電流を一定に保つのに、半導体レーザ12への入力電流を調整することによって制御し、かつ波長の劣化をモニタすることによって、複数の発振波長変動モードを抑制することができる。長期的に波長をより安定に保つことができる。

【0015】実施の形態2. 図4はこの発明の実施の形態2における、光半導体素子の構成を示すものである。12、13は前述のとおり、それぞれ半導体レーザ12、電界吸収型変調器13であり、16は入力光を増幅出力する半導体増幅器である。半導体増幅器は、半導体レーザの両端面にARコート（無反射膜）を付けたもの

で、半導体増幅器に電流を注入すると、半導体の中で所定のバンドギャップに対応したエネルギーの反転分布が生じ、このエネルギーに相当する波長の光が発生する。半導体レーザでは、端面での反射光により誘導放出が起こりレーザ光が発振されるが、半導体増幅器は、このエネルギーに相当する波長の光を外部より入れることによって誘導放出を生じさせ、入力光を増幅する。この実施の形態では、半導体レーザ 1 2 の前面出力が電界吸収型変調器 1 3 へ入射し、この入射光の電界吸収型変調器 1 3 からの透過光が半導体増幅器 1 6 へ入射し、半導体増幅器 1 6 の出力がレンズ 7、アイソレータ 8 等の光学系を介し光ファイバ 1 0 へ結合する構成となっている。実施の形態 1 によれば、電界吸収型変調器 1 3 自体において、変調時には 6 d B 以上の挿入損失があり、通常の駆動状態で十分な光出力が得られない場合がある。このような場合、単純に半導体レーザ 1 2 の駆動電流を大きくするようなことを行えば、半導体レーザ 1 2 の駆動条件に変化が生じ、重要となる変調特性にも悪影響を与えることが懸念される。また、発振波長の安定化回路や光半導体素子の信頼性ににも悪影響を及ぼすことが考えられる。このように、半導体レーザ 1 2 の動作電流等駆動条件の変動許容幅には制限がある。そこで、この実施の形態のように電界吸収型変調器 1 3 の出力側に半導体増幅器 1 6 を備えることで、レーザダイオードモジュールの出力調整が容易になる上、実施の形態 1 記載の効果を得ることができる。

【0016】実施の形態 3. 半導体レーザ 1 2 の背面とフォトダイオード 3 の間に光フィルタ 2 を挿入するため、フォトダイオード 3 に十分な感度を得るだけの光を入力する事ができない場合がある。そこで、半導体レーザ 1 2 と光フィルタ 2 の間、または光フィルタ 2 とフォトダイオード 3 の間に、レンズ等の光学系を挿入し、フォトダイオードに十分な感度を得るだけの光を入力させるようにする。また、この構成により光学系を調整することによってフォトダイオードの配置にも調整余地が広がると考えられる。これにより、実施の形態 1 または 2 記載の効果を得ることができる。

【0017】実施の形態 4. 本発明のレーザダイオードモジュールは、主に DWDM 用光源として使用されるが、DWDM では 3 0 n m 程度波長幅に 0. 4 又は 0. 8 n m 程度の等波長間隔で信号光を並べるように信号光の多重化を行うため、光フィルタ 2 もこの広範囲の波長で使用できることが必要である。一方で、光フィルタ 2 の特性としては光半導体素子の発振波長近傍で長波長側へいくほど透過率が単調に減少、もしくは増大するいずれかでなければならないので、同一の光フィルタ 2 をこの 3 0 n m の範囲内で使用するには、短波長側と長波長側とで挿入損失の差異が実用範囲を超えることとなる。光フィルタ 2 がエタロンであるならば、光フィルタ 2 への入射角を変えることで透過率の波長依存性を変化させ

ることができる。このため、光フィルタ 2 の光半導体素子に対する角度を変化させるように光フィルタを回動させる移動機構と、この移動機構によって角度を変化させた後に、光フィルタ 2 を再度固定する固定機構を設けることで、3 0 n m 程度の波長範囲で光フィルタ 2 を使用することができる。このことで、同一光フィルタ 2 を広い波長範囲にて使用することが可能で、かつ実施の形態 1 から 3 に記載したものと同様の効果を得ることができる。なお、光フィルタ 2 の移動機構、固定機構としては、種々のものが考えられ、ここではその詳細な説明を割愛する。

【0018】実施の形態 5. 図 5 は、実施の形態 5 での光送信機の駆動方法を示した電気回路図である。実施の形態 1, 2, 3 または 4 記載のレーザダイオードモジュールを使用し、このレーザダイオードモジュールの外部に、電界吸収型変調器 1 3 に流れる光電流の平均値を一定に保つように半導体レーザ 1 2 への入力電流を制御するような制御回路 1 9 を設ける。また、フォトダイオード 3 に流れる電流を一定に保つように電子冷却素子 5 への入力電流を制御し半導体レーザ 1 2 の温度を調節する制御回路 2 0 を設け、レーザダイオードモジュールに接続する。これにより、光出力強度のみならず発振波長の安定な光送信機を得ることができる。

【0019】

【発明の効果】この発明によれば、レーザダイオードモジュールの発振波長を安定化でき、レーザダイオードモジュールの組立自体も簡易化できる。

【0020】また、光フィルタの角度を調整することにより、同一の光フィルタで幅広い波長範囲での使用が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の実施の形態 1 の構成説明図である。

【図 2】 この発明の実施の形態 1 での光半導体素子の構成説明図である。

【図 3】 この発明の実施の形態 1 での光フィルタの透過特性を示したグラフである。

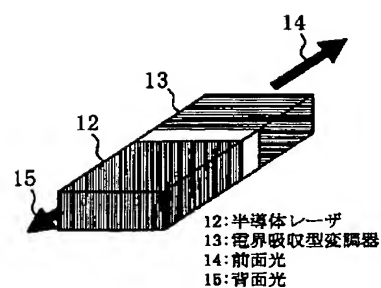
【図 4】 この発明の実施の形態 2 での光半導体素子の構成説明図である。

【図 5】 この発明の実施の形態 5 での光送信機の駆動方法を示した電気回路図である。

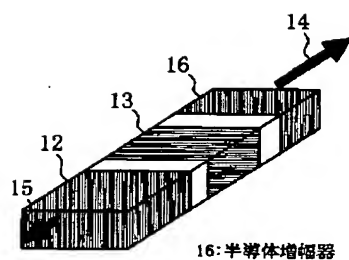
【符号の説明】

1 光半導体素子、2 光フィルタ、3 フォトダイオード、4 ストリップライン、5 電子冷却素子、6 チップキャリア、7 第一レンズ、8 アイソレータ、9 第二レンズ、1 0 光ファイバ、1 1 パッケージ、1 2 半導体レーザ、1 3 電界吸収型変調器、1 4 前面光、1 5 背面光、1 6 動作電流、1 7 半導体増幅器、1 8 光電流。

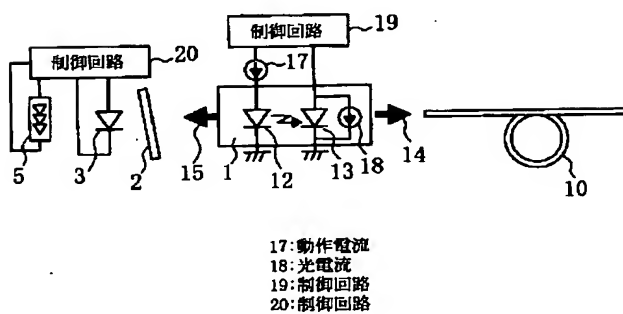
【图2】



【図 4】



【図 5】



テーマコード (参考)

5/0683

(6)

特開 2 0 0 2 - 3 1 4 1 8 7

5/0687
H04B 10/04
10/06
10/14

5/0687
H04B 9/00

S